

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-340140

(P2002-340140A)

(43)公開日 平成14年11月27日(2002.11.27)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコト*(参考)

F 1 6 H 55/06

F 1 6 H 55/06

3 J 0 2 7

C 2 3 C 18/31

C 2 3 C 18/31

A 3 J 0 3 0

18/32

18/32

4 K 0 2 2

F 1 6 H 1/32

F 1 6 H 1/32

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2001-151831(P2001-151831)

(22)出願日 平成13年5月22日(2001.5.22)

(71)出願人 390040051

株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ

東京都品川区南大井6丁目25番3号

(72)発明者 小林 優

長野県南安曇郡穂高町大字牧1856-1 株式会社ハーモニック・ドライブ・システムズ穂高工場内

(74)代理人 100090170

弁理士 横沢 志郎

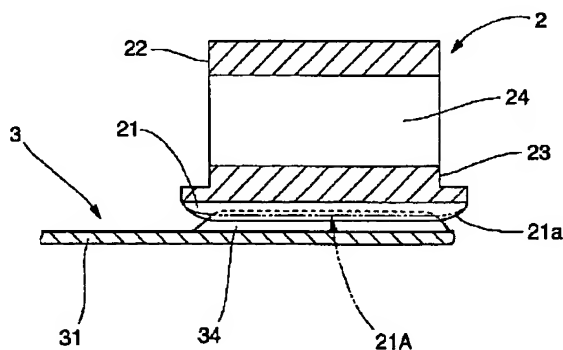
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軽量波動歯車装置

(57)【要約】

【課題】 鉄系素材からなる場合と同様な噛み合い剛性、および歯面硬度、耐摩耗性を備えた軽量な波動歯車装置を実現すること。

【解決手段】 コップ型の波動歯車装置1では、その剛性内歯歯車2がアルミニウム合金等の軽合金から形成され、その内歯21の歯形は鉄系素材からなる場合の歯形に比べて歯丈が1.1ないし1.3倍とされている。また、その歯面21aには硬質の無電解めっき皮膜が形成されている。鉄系素材から剛性内歯歯車を製造した場合と同程度の噛み合い剛性と、同程度の歯面強度、耐摩耗性を備えた軽量な波動歯車装置を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 円環状をした剛性の内歯歯車と、円環状をした可撓性の外歯歯車と、この外歯歯車を半径方向に撓めて前記内歯歯車に対して部分的に噛み合わせると共に両歯車の噛合い位置を円周方向に移動させる波動発生器とを有する波動歯車装置において、前記内歯歯車はアルミニウム合金、銅合金、チタン合金あるいはマグネシウム合金からなり、前記内歯歯車の内歯歯形を高歯丈の歯形としたことを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項2】 請求項1において、前記内歯歯車の歯丈を、鉄系素材からなる内歯歯車の現行の内歯歯形の歯丈の1.1ないし1.3倍にしたことを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項3】 請求項1において、前記内歯歯車の表面における少なくとも内歯歯面部分には、当該内歯歯車の素材よりも弾性係数の高いめっき皮膜が形成されていることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項4】 請求項3において、前記めっき皮膜は、無電解Ni-Pめっき皮膜であることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項5】 請求項1において、前記内歯歯車はチタン合金、あるいは弾性係数が 8500 kgf/mm^2 以上のアルミニウム合金から形成されていることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項6】 円環状をした剛性の内歯歯車と、円環状をした可撓性の外歯歯車と、この外歯歯車を半径方向に撓めて前記内歯歯車に対して部分的に噛み合わせると共に両歯車の噛合い位置を円周方向に移動させる波動発生器とを有する波動歯車装置において、前記内歯歯車は、Hv130以上の硬度を有するアルミニウム合金あるいはチタン合金から形成されており、当該内歯歯車の表面における少なくとも内歯歯面には、無電解めっき皮膜が形成されていることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項7】 請求項6において、前記内歯歯車は、Hv150以上の硬度を有し、その引張強度が 40 kgf/mm^2 であることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項8】 請求項6において、前記無電解めっき皮膜が形成されている前記内歯歯車の表面部分は、ショットピーニングによる表面硬化処理が施されていることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項9】 請求項6において、前記無電解めっき皮膜は、Ni-P、Ni-P-B、あるいはCrからなることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項10】 請求項6において、前記無電解めっき皮膜の厚さは、5ないし40ミクロン

であることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項11】 請求項6において、前記無電解めっき皮膜の硬度は、Hv300からHv1200の範囲内の値であることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【請求項12】 請求項6において、前記内歯歯車の両側の円環状端面には、前記無電解めっき皮膜が形成されていることを特徴とする軽量波動歯車装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、軽合金製の剛性内歯歯車を備えた軽量波動歯車装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 典型的な波動歯車装置は、円環状をした剛性の内歯歯車と、この内側に配置されている円環状をした可撓性の外歯歯車と、この外歯歯車の内側に嵌め込まれた波動発生器から構成されている。波動発生器は、楕円形輪郭をした剛性のウエーブプラグと、このウエーブプラグの外周に嵌めたウエーブベアリングから構成されており、外歯歯車を楕円形に撓めて、その長軸方向の両端に位置している外歯部分を剛性内歯歯車の内歯部分に噛み合わせている。波動発生器をモータ等によって回転すると、両歯車の噛合い位置が円周方向に移動する。この結果、両歯車の歯数差に起因して両歯車に相対回転が発生する。一般には両歯車の歯数差は2枚とされ、内歯歯車が装置ハウジング等に固定されているので、歯数差に基づき大幅に減速された回転出力が外歯歯車から取出される。

【0003】 本発明者は、この構成の波動歯車装置の軽量化を実現するために、その剛性内歯歯車および波動発生器をアルミニウム合金等の軽合金で製造することを提案している。例えば、特開平10-318338号公報においてこのような軽量波動歯車装置を提案している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、一般的な鉄系の素材から剛性内歯歯車を製造する場合に比べて、アルミニウム合金等の軽合金製の剛性内歯歯車では、その噛み合い剛性が大幅に低下してしまい（ラチェッティングトルクが低下し）、歯飛び現象が現れてしまう。このため、鉄系素材からなる剛性内歯歯車と同程度の剛性を確保するためには、その外径寸法、幅寸法を増加させる必要がある。しかしながら、剛性内歯歯車の寸法を変更すると、波動歯車装置が取り付けられるロボット等の側の取り付け部分の寸法、すなわち波動歯車装置のユーザー側の装置仕様を変更しなければならない。しかし、このような寸法変更は一般には困難である。

【0005】 また、軽合金製の剛性内歯歯車の場合には、その歯面硬度、耐摩耗性も鉄系素材からなるものに

比べて低いという問題点がある。さらには、当該剛性内歯歯車を他部材に取り付けるための締結ボルトの座面となる表面部分が、座面面圧に耐えられずに陥没する等のおそれもある。

【0006】本発明の課題は、このような点に鑑みて、剛性内歯歯車の寸法を変更することなく、その軽量化を達成可能な波動歯車装置を提案することにある。

【0007】また、本発明の課題は、剛性内歯歯車の耐摩耗性および締結強度の低下を招くことなく、その軽量化を達成可能な波動歯車装置を提案することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明は、円環状をした剛性の内歯歯車と、円環状をした可撓性の外歯歯車と、この外歯歯車を半径方向に撓めて前記内歯歯車に対して部分的に噛み合わせると共に両歯車の噛み合い位置を円周方向に移動させる波動発生器とを有する波動歯車装置において、前記内歯歯車はアルミニウム合金、銅合金、チタン合金あるいはマグネシウム合金からなり、前記内歯歯車の内歯歯形を高歯丈の歯形としたことを特徴としている。

【0009】一般に、前記内歯歯車の歯丈を、鉄系素材からなる内歯歯車の現行の内歯歯形の歯丈の1.1ないし1.3倍にすればよい。

【0010】また、内歯の耐摩耗性、締結強度の低下を抑制するためには、内歯歯車の表面における少なくとも内歯歯面部分に、当該内歯歯車の素材よりも弾性係数の高いめっき皮膜を形成することが望ましい。

【0011】前記めっき皮膜は、無電解Ni-Pめっき皮膜とすることができる。

【0012】本発明の構成によれば、前記内歯歯車を、チタン合金、あるいは弾性係数が 8500 kgf/mm^2 以上のアルミニウム合金から形成することができる。

【0013】次に、本発明は、円環状をした剛性の内歯歯車と、円環状をした可撓性の外歯歯車と、この外歯歯車を半径方向に撓めて前記内歯歯車に対して部分的に噛み合わせると共に両歯車の噛み合い位置を円周方向に移動させる波動発生器とを有する波動歯車装置において、前記内歯歯車は、Hv130以上の硬度を有するアルミニウム合金あるいはチタン合金から形成されており、当該内歯歯車の表面における少なくとも内歯歯面には、無電解めっき皮膜が形成されていることを特徴としている。

【0014】ここで、前記内歯歯車の素材としては、Hv150以上の硬度を有し、その引張強度が 40 kgf/mm^2 であることが望ましい。

【0015】内歯歯車の母材表面とめっき皮膜とは硬度差が少ない方がよい。したがって、前記無電解めっき皮膜が形成されている前記内歯歯車の表面部分に、ショットピーニングによる表面硬化処理を施すことが望ましい。

【0016】また、前記無電解めっき皮膜は、Ni-

P、Ni-P-B、あるいはCrからなるものとすることができる。

【0017】さらに、前記無電解めっき皮膜の厚さは、5ないし40ミクロンとすることができる。

【0018】さらにまた、前記無電解めっき皮膜の硬度は、剛性内歯歯車が噛み合う可撓性外歯歯車の硬度に対応させる必要があるが、一般に、Hv300からHv1200の範囲内の値とすればよい。

【0019】ここで、剛性内歯歯車を他部材に締結固定するための締結強度の低下を抑制するためには、前記内歯歯車の両側の円環状端面にも、前記無電解めっき皮膜を形成して、締結用ボルトの座面となる表面部分の硬度を高めることが望ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して、本発明を適用した軽量波動歯車装置を説明する。

【0021】図1および図2は、本発明を適用可能なコップ型の波動歯車装置の一例を示す縦断面図および正面図である。これらの図に示すように、コップ型の波動歯車装置1は、円環状をした剛性の内歯歯車2と、この内側に配置されているコップ状の可撓性の外歯歯車3と、この外歯歯車3の内側に嵌め込まれた楕円形輪郭の波動発生器4から構成されている。

【0022】コップ状の外歯歯車3は、円筒状胴部31と、この胴部31の一端開口縁から半径方向の内方に伸びている円環状のダイヤフラム32と、このダイヤフラム32の内周縁に一体形成された円環状のボス33と、胴部31の他端側開口の外周部分に形成された外歯34を備えている。外歯34は、内歯歯車2の内歯21に噛み合い可能となっている。

【0023】波動発生器4は、楕円形輪郭をした剛性のウエーブプラグ41と、このウエーブプラグ41の外周に嵌めたウエーブベアリング42から構成されている。ウエーブベアリング42は、ウエーブプラグ41の外周面に嵌めた内輪43と、外歯歯車3の胴部内周面35に嵌め込まれた外輪44と、これらの間に転動自在の状態で挿入されているボール45を備えている。

【0024】波動発生器4は、外歯歯車3の外歯形成部分を楕円形に撓めて、その長軸方向の両端に位置している外歯34の部分を内歯歯車2の内歯21の部分に噛み合わせている。波動発生器をモータ等によって回転すると、両歯車2、3の噛み合い位置が円周方向に移動する。この結果、両歯車2、3の歯数差に起因して両歯車に相対回転が発生する。一般には両歯車の歯数差は2枚とされ、内歯歯車2が装置ハウジング等に固定されているので、歯数差に基づき大幅に減速された回転出力が外歯歯車3から取出される。

【0025】（第1の実施例）上記構成のコップ型の波動歯車装置1において、その剛性内歯歯車2をチタン合金あるいは、弾性係数が $8500\text{ kgf}\cdot\text{mm}^2$ 以上の

アルミニウム合金から製造した。また、この内歯歯車2の内歯21の歯形を高歯丈の歯形とした。すなわち、現行の鉄系素材からなる内歯歯形（想像線21Aで示す形状）に対して、その歯丈を1.1ないし1.3倍にした。さらに、図3において太線で示す部分に、無電解Ni-P皮膜を形成した。すなわち、内歯21の歯面部分21aと、左右の円環状端面22、23に、内歯歯車の素材よりも弾性係数の高い無電解Ni-P皮膜を形成した。

【0026】このように構成した本例の波動歯車装置では、その剛性内歯歯車2の外径寸法、幅寸法を、鉄系素材から形成した場合の剛性内歯歯車に対して増加させることなく、鉄系素材からなる剛性内歯歯車と同程度の剛性を得ることができた。すなわち、同程度のラチェティングトルクを得ることができ、歯飛びなどの弊害を回避できることが確認された。

【0027】また、内歯歯面には無電解めっき皮膜が形成されているので、その耐摩耗性も鉄系素材からなる場合と同程度になることが確認された。

【0028】さらには、内歯の左右の円環状端面にも無電解めっき皮膜を形成してあるので、当該剛性内歯歯車を他部材に締結固定する場合の締結力も、鉄系素材からなる内歯歯車の場合と同程度にできることが確認された。すなわち、剛性内歯歯車2には他部材への締結用ボルトのボルト孔24が形成されており、ここに装着した締結用ボルトの座面は、円環状端面22あるいは23となる。この円環状端面22、23の硬度が低いと、締結時に作用する座面面圧によって当該端面が陥没する等して、締結力が低下してしまう。しかし、本例では、そのような弊害を回避できる。

【0029】なお、めっき皮膜は、製造の容易性の観点からは内歯歯車2の全表面に形成すればよい。

【0030】（第2の実施例）次に、図1、2に示す構成の波動歯車装置1において、内歯歯車2を、Hv130以上の硬度を有するアルミニウム合金あるいはチタン合金から製造し、当該内歯歯車の表面における少なくとも内歯歯面に無電解めっき皮膜を形成した。この結果、鉄系素材からなる内歯歯車と同程度の剛性および耐摩耗性のある軽量剛性内歯歯車が得られることが確認された。

【0031】ここで、内歯歯車を、Hv150以上の硬度を有し、その引張強度が40kgf/mm²の素材から形成することが望ましい。

【0032】また、内歯歯車の母材と無電解めっき皮膜の境界部分における硬度差はなるべく少ない方がよい。したがって、硬度差を少なくするためには、例えば、無電解めっき皮膜が形成されている内歯歯車の表面部分に、0.1mm以下の粒径の投射材によるショットピーニングを行って、当該表面に硬化処理を施すことが望ましい。

【0033】さらに、内歯歯車の母材表面に密着性の良い均一厚さの無電解めっき皮膜を形成するためには、母材表面に、二重置換法などによる削処理を施すことが望ましい。

【0034】次に、無電解めっき皮膜としては、Ni-P、Ni-P-B、あるいはCrからなる皮膜を採用することができる。

【0035】また、無電解めっき皮膜の厚さは、5ないし40ミクロンの範囲内の値とすればよい。

【0036】さらに、無電解めっき皮膜の硬度は、Hv300からHv1200の範囲内の値とすることができる。詳細に説明すると、内歯歯車の歯面硬度は、これが噛み合う鉄系素材からなる外歯歯車の外歯の歯面強度と同程度にする必要があり、外歯歯車が一般的な鉄系素材からなる場合には、その歯面硬度がHv300ないし500程度であり、外歯歯車が高強度鉄系素材からなる場合には、その歯面硬度がHv500ないし1200程度であるので、これに合わせて、内歯の歯面硬度を決定すればよい。

【0037】次に、無電解めっき皮膜の形成範囲は、内歯歯面に加えて、上記の第1の実施例と同様に、内歯歯車の左右の円環状端面も含むようにしてもよい。このようにすれば、内歯歯車を他部材に締結固定する際の締結力の低下を抑制できる。

【0038】本例の剛性内歯歯車によれば、アルミニウム合金、あるいはチタン合金を用いて、その重さを鉄系素材からなるものに比べてきわめて軽くすることができ、しかも、その歯面の強度、耐摩耗性の低下、並びに締結強度の低下も抑制できる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の波動歯車装置においては、その剛性内歯歯車を軽合金製とすると共に、内歯の歯丈を鉄系素材からなる場合の内歯よりも大きくしている。したがって、鉄系素材からなる剛性内歯歯車を備えている場合と同程度の噛み合い剛性を備えた軽量波動歯車装置を実現できる。

【0040】また、本発明の波動歯車装置では、その剛性内歯歯車を所定硬度以上のアルミニウム合金あるいはチタン合金製とすると共に、内歯歯面に硬質の無電解めっき皮膜を形成している。したがって、鉄系素材からなる剛性内歯歯車の場合と同程度の歯面強度および耐摩耗性のある軽量の波動歯車装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用可能なコップ型の波動歯車装置を示す縦断面図である。

【図2】図1の波動歯車装置の正面図である。

【図3】第1の実施例における剛性内歯歯車を示す説明図である。

【符号の説明】

1 波動歯車装置

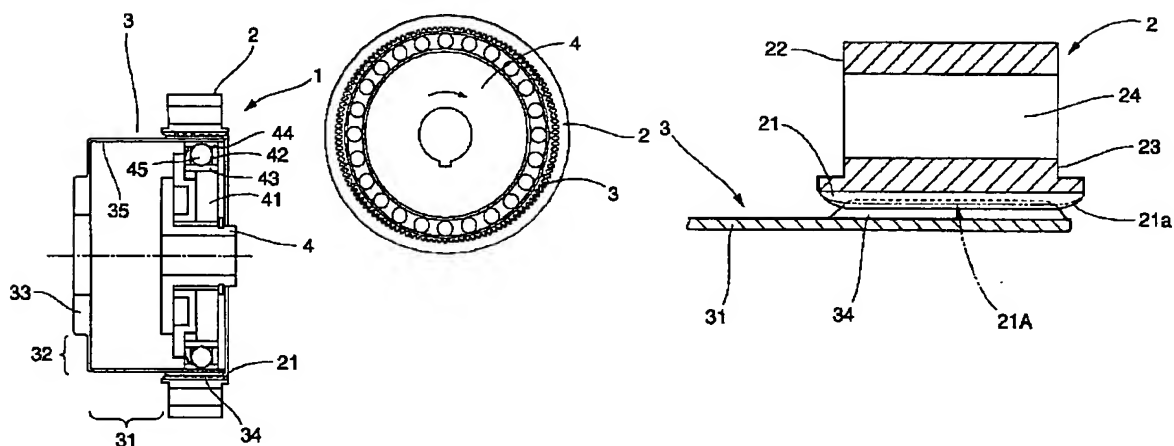
2 内歯歯車
 21 内歯
 21a 内歯歯面
 21A 鉄系素材からなる内歯の歯形
 22、23 円環状端面（座面となる部分）
 24 ボルト孔
 3 外歯歯車
 31 胴部
 32 ダイアフラム

33 ボス
 34 外歯
 35 胴部内周面
 4 波動発生器
 41 ウェーブプラグ
 42 ウェーブベアリング
 43 内輪
 44 外輪
 45 ボール

【図1】

【図2】

【図3】



フロントページの続き

(72) 発明者 谷岡 良弘
 長野県南安曇郡穂高町大字牧1856-1 株
 式会社ハーモニック・ドライブ・システム
 ズ穂高工場内

Fターム(参考) 3J027 FA37 FA50 GA01 GB06 GC06
 3J030 AC10 BA01 BB11 BC02 BC10
 4K022 AA02 AA31 AA41 BA04 BA07
 BA14 BA16 CA11 DA01